MECÁNICA DE MATERIALES

Ferdinand P. Beer / E. Russell Johnston, Jr. / John T. DeWolf / David F. Mazurek

QUINTA EDICIÓN

USM. BIBLIOTECA VIÑA DEL MAR
356090104687 2

Mc Graw Hill

Contenido

Prefacio xv

Lista de símbolos xxi

1 INTRODUCCIÓN. EL CONCEPTO DE ESFUERZO 1

1.1 Introducción 2

1.2 Un breve repaso de los métodos de la estática 2

1.3 Esfuerzos en los elementos de una estructura 5

1.4 Análisis y diseño 6

1.5 Carga axial. Esfuerzo normal 7

1.6 Esfuerzo cortante 9

1.7 Esfuerzo de apoyo en conexiones 11

1.8 Aplicación al análisis y diseño de estructuras sencillas 12

1.9 Método para la solución de problemas 14

1.10 Exactitud numérica 15

1.11 Esfuerzos en un plano oblicuo bajo carga axial 23

1.12 Esfuerzos bajo condiciones generales de carga. Componentes del esfuerzo 24

1.13 Consideraciones de diseño 27

Repaso y resumen del capítulo 1 38

2 ESFUERZO Y DEFORMACIÓN. CARGA AXIAL 46

2.1 Introducción 47

2.2 Deformación normal bajo carga axial 48

2.3 Diagrama esfuerzo-deformación 50

*2.4 Esfuerzo y deformación verdaderos 55

2.5 Ley de Hooke. Módulo de elasticidad 56

2.6 Comportamiento elástico contra comportamiento plástico de un material 57
2.7 Cargas repetidas. Fatiga 59
2.8 Deformaciones de elementos sometidas a carga axial 61
2.9 Problemas estáticamente indeterminados 70
2.10 Problemas que involucran cambios de temperatura 74
2.11 Relación de Poisson 84
2.12 Carga multiaxial. Ley de Hooke generalizada 85
*2.13 Dilatación. Módulo de elasticidad volumétrico (o módulo de compresibilidad) 87
2.14 Deformación unitaria cortante 89
2.15 Análisis adicional de las deformaciones bajo carga axial. Relación entre E, ν y G 92
*2.16 Relaciones de esfuerzo-deformación para materiales compuestos reforzados con fibras 95
2.17 Distribución del esfuerzo y de la deformación bajo carga axial. Principio de Saint-Venant 104
2.18 Concentraciones de esfuerzos 107
2.19 Deformaciones plásticas 109
*2.20 Esfuerzos residuales 113
Repaso y resumen del capítulo 2 121

3
TORSIÓN
131

3.1 Introducción 132
3.2 Análisis preliminar de los esfuerzos en un eje 134
3.3 Deformaciones en un eje circular 136
3.4 Esfuerzos en el rango elástico 139
3.5 Ángulo de giro en el rango elástico 150
3.6 Ejes estáticamente indeterminados 153
3.7 Diseño de ejes de transmisión 165
3.8 Concentraciones de esfuerzo en ejes circulares 167
*3.9 Deformaciones plásticas en ejes circulares 172
*3.10 Ejes circulares hechos de un material elastoplástico 174
*3.11 Esfuerzos residuales en ejes circulares 177
*3.12 Torsión de elementos no circulares 186
*3.13 Ejes huecos de pared delgada 189
Repaso y resumen del capítulo 3 198

4
FLEXIÓN PURA
208

4.1 Introducción 209
4.2 Elemento simétrico sometido a flexión pura 211
4.3 Deformaciones en un elemento simétrico sometido a flexión pura 213

4.4 Esfuerzos y deformaciones en el rango elástico 216
4.5 Deformaciones en una sección transversal 220
4.6 Flexión de elementos hechos de varios materiales 230
4.7 Concentración de esfuerzos 234
*4.8 Deformaciones plásticas 243
*4.9 Elementos hechos de material elastoplástico 246
*4.10 Deformaciones plásticas en elementos con un solo plano de simetría 250
*4.11 Esfuerzos residuales 250
4.12 Carga axial excéntrica en un plano de simetría 260
4.13 Flexión asimétrica 270
4.14 Caso general de carga axial excéntrica 276
*4.15 Flexión de elementos curvos 285
Repaso y resumen del capítulo 4 **298**

5
ANÁLISIS Y DISEÑO DE VIGAS PARA FLEXIÓN
307

5.1 Introducción 308
5.2 Diagramas de cortante y de momento flector 311
5.3 Relaciones entre la carga, el cortante y el momento flector 322
5.4 Diseño de vigas prismáticas a la flexión 332
*5.5 Uso de funciones de singularidad para determinar el cortante y el momento flector en una viga 343
*5.6 Vigas no prismáticas 354
Repaso y resumen del capítulo 5 **363**

6
ESFUERZOS CORTANTES EN VIGAS Y EN ELEMENTOS DE PARED DELGADA
371

6.1 Introducción 372
6.2 Cortante en la cara horizontal de un elemento de una viga 374
6.3 Determinación de los esfuerzos cortantes en una viga 376
6.4 Esfuerzos cortantes τ_{xy} en tipos comunes de vigas 377
*6.5 Análisis adicional sobre la distribución de esfuerzos en una viga rectangular delgada 380
6.6 Corte longitudinal en un elemento de viga con forma arbitraria 388
6.7 Esfuerzos cortantes en elementos de pared delgada 390
*6.8 Deformaciones plásticas 392
*6.9 Carga asimétrica de elementos de pared delgada. Centro de cortante 402
Repaso y resumen del capítulo 6 **414**

7
TRANSFORMACIONES DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES
422

7.1 Introducción 423
7.2 Transformación de esfuerzo plano 425
7.3 Esfuerzos principales. Esfuerzo cortante máximo 428
7.4 Círculo de Mohr para esfuerzo plano 436
7.5 Estado general de esfuerzos 446
7.6 Aplicación del círculo de Mohr al análisis tridimensional de esfuerzos 448
*7.7 Criterios de fluencia para materiales dúctiles bajo esfuerzo plano 451
*7.8 Criterios de fractura para materiales frágiles bajo esfuerzo plano 453
7.9 Esfuerzos en recipientes de pared delgada a presión 462
*7.10 Transformación de deformación plana 470
*7.11 Círculo de Mohr para deformación plana 473
*7.12 Análisis tridimensional de la deformación 475
*7.13 Mediciones de la deformación. Roseta de deformación 478
Repaso y resumen del capítulo 7 **486**

8
ESFUERZOS PRINCIPALES BAJO UNA CARGA DADA
495

*8.1 Introducción 496
*8.2 Esfuerzos principales en una viga 497
*8.3 Diseño de ejes de transmisión 500
*8.4 Esfuerzos bajo cargas combinadas 508
Repaso y resumen del capítulo 8 **521**

9
DEFLEXIÓN DE VIGAS
529

9.1 Introducción 530
9.2 Deformación de una viga bajo carga transversal 532
9.3 Ecuación de la curva elástica 533
*9.4 Determinación directa de la curva elástica a partir de la distribución de carga 538
9.5 Vigas estáticamente indeterminadas 540
*9.6 Uso de funciones de singularidad para determinar la pendiente y la deflexión de una viga 549
9.7 Método de superposición 558

9.8 Aplicación de la superposición a vigas estáticamente indeterminadas 560
*9.9 Teoremas de momento de área 569
*9.10 Aplicación a vigas en voladizo y vigas con cargas simétricas 571
*9.11 Diagramas de momento flector por partes 573
*9.12 Aplicación de los teoremas de momento de área a vigas con cargas asimétricas 582
*9.13 Deflexión máxima 584
*9.14 Uso de los teoremas de momento de área con vigas estáticamente indeterminadas 586
Repaso y resumen del capítulo 9 594

10 COLUMNAS 606

10.1 Introducción 607
10.2 Estabilidad de estructuras 608
10.3 Fórmula de Euler para columnas articuladas 610
10.4 Extensión de la fórmula de Euler para columnas con otras condiciones de extremo 614
*10.5 Carga excéntrica. Fórmula de la secante 625
10.6 Diseño de columnas bajo una carga céntrica 636
10.7 Diseño de columnas bajo una carga excéntrica 652
Repaso y resumen del capítulo 10 662

11 MÉTODOS DE ENERGÍA 669

11.1 Introducción 670
11.2 Energía de deformación 670
11.3 Densidad de energía de deformación 672
11.4 Energía elástica de deformación para esfuerzos normales 674
11.5 Energía de deformación elástica para esfuerzos cortantes 677
11.6 Energía de deformación para un estado general de esfuerzos 680
11.7 Cargas de impacto 693
11.8 Diseño para cargas de impacto 695
11.9 Trabajo y energía bajo una carga única 696
11.10 Deflexión bajo una carga única por el método de trabajo-energía 698
*11.11 Trabajo y energía bajo varias cargas 709
*11.12 Teorema de Castigliano 711
*11.13 Deflexiones por el teorema de Castigliano 712
*11.14 Estructuras estáticamente indeterminadas 716
Repaso y resumen del capítulo 11 726

APÉNDICES
735

A	Momentos de áreas	736
B	Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería	746
C	Propiedades de perfiles laminados de acero	750
D	Deflexiones y pendientes de vigas	762
E	Fundamentos de la certificación en ingeniería en Estados Unidos	763

Créditos de fotografías 765

Índice 767

Respuestas a los problemas 777